

## 前後開脚ジャンプの運動学的分析

——体操競技・ダンスの運動を中心に——

坂 佳代子<sup>1</sup>・三 宅 香<sup>2</sup>・内 田 博 子<sup>3</sup>

(平成 5 年 5 月 31 日受付, 平成 5 年 7 月 30 日受理)

### “Full Jump with Anterior-Posterior-Separating Legs” as a Fundamental Motion in Gymnastics and Dance

Kayoko SAKA, Koh MIYAKE and Hiroko UCHIDA

In artistic gymnastics or educational dance in advanced level physical education, specialized training through college or university programs are concerned principally with the development of techniques, conditioning and other aspects of the performances.

The purpose of the present study is to survey some characteristics of “full jump with anterior-posterior-separating legs”, so-called “split jump forward” in artistic gymnastics or “ground jete” in dance, by means of cinematography, to compare the effect of training on selected groups, looking at the relative body positions of the subjects during the jump.

Fourteen female students served as the subjects. They consisted of five gymnasts, five dancers and four regular students. They performed this full jump following one or two-step-run about-in a plane. They were filmed using a 16 mm high speed cinecamera set perpendicular to the track 20 meters away. The camera filmed at 100 frames per-second while recording those performances.

The selected data during the jump was picked up through a film digitizer (NAC-motion analyzer; SPORTIAS 200 type) on the recorded film. The collected data were time of duration from taking off to landing, jumping height on center of gravity, and angles of selected body parts such as face line, trunk/body inclination, thigh, lower leg and foot, to horizontal line.

The angles developed on the face line were no different among the gymnast group, but conversely, the angles were increased in the dance and control groups. On the other hand, it was noted that both legs of the specialists were kept straight during the airborne phase, judging from segment angles, but it was not performed with the regular students. Furthermore, the specialists of gymnastics and dance have developed their skill of swinging up both legs to near the horizontal level.

From the results obtained, it is clear that the airborne phase was longer in both of the specialized group of students than in the regular students, but there was no difference in jump height among the three groups.

In conclusion the dancers' and gymnasts trunk appeared to incline forward, but the control groups did not. It might be that the difference occurred because of the lack of muscle strength in their trunk.

#### I. 諸 言

身体運動は重力に逆らって運動するといっても過言ではあるまい。地球の表面に生存する生物は地球の重力に対抗して生命活動を営んでいる。植物についていえば地球の中心から遠ざかる方向に芽を伸ばしていく。一方、動物の生きる場所は植物のように一箇所に留まることな

く移り変わる。その場所の移動を幾何学的な基準座標からいえば、植物と同じ成長の過程で示すところの重力に対抗する垂直方向と、さらに地表に沿って位置を変える移動運動と区分することで明らかな違いを認めることができる。

筆者らが関わりを持つスポーツや体育活動の中で共通

<sup>1</sup>体操競技研究室, <sup>2</sup> ダンス研究室, <sup>3</sup> ダンス研究室,

的に見ることができる身体の運動様式は走ること、跳ぶこと、投げることだといえる。これら走・跳・投の運動が同一場所で見ることができることから陸上競技はスポーツの基本だといわれる。とはいえ陸上競技における投運動の形式は一般的ではない。球技や体操で用いられる手具などの扱いを含めて一般的な走・跳・投の運動が含まれていることは多い。そして、これらの運動を組み合わせて特殊のスポーツの型にしていることが多いといえる。比較してみると、投運動は投てき物がなければ、この運動は行うことができないという理由で他の二つから区別することができる。走と跳の運動は自分自身の身体だけの運動と区分した。ところで、走の運動は二つの脚の出力パワーを交互に発揮し、地面に沿って水平方向に移動運動を行うという主目的があり、短距離走や長距離走という分類ができる現象の違いしか認められない。これに対して、跳の運動は片脚または両脚を用いて各種の方向に身体を発射させる運動であると定義することができる。

筆者たちは動物のからだの運動の特徴は重力に対抗する運動であると定め、その定義に基づいて、いわゆる基本の運動を概念的に分析した。この原則に最も合致する運動は跳運動だと考えた。ところが単に跳運動とはいっても、その目的によって極めて多用な跳運動の様式をみることができる。例えば陸上競技においても幅跳びと高跳びといわれるようにそのねらいによって跳躍運動の様式は明らかに異なることが観察される。筆者らはこれらの多用性を単一のねらいにまとめ、その目的に基づいて跳運動を行わせたとき、なお、競技の評価基準によって採点が変わる要素を見だしたいと考えた。

したがって、この研究は体操競技のゆか運動に行われる跳躍運動と舞踊運動の中で行われる跳躍運動に焦点をあて、同一指示を与えた跳躍運動、前方への片脚踏み切りによる大跳躍運動を分析する。さらに比較して結果を指導に役立てることを目的として行った。

## II. 方 法

分析対象とした跳躍運動は1～2歩の助走を加えた片脚踏み切り前後開脚をする大跳躍運動である。いずれの被検者にも滞空時間をできるだけ長くをとることを要求した。この運動の記録は16 mm 高速度撮影機 (Photosonics 1PL) によって光学処理される16 mm フィルムによった。

運動が発現する床には体操競技用のセノックマット (厚さ1 cm のスポンジ) 4枚を縦長に敷いた。そのマットの長軸上の中央に赤い直線をつけ、被検者にはこの線

表1 床面からの重心高

	踏み切り時 cm	最高点 cm	差 cm
T <sub>1</sub>	77.7	127.1	49.4
T <sub>2</sub>	85.6	117.3	31.7
T <sub>3</sub>	84.3	106.9	22.6
T <sub>4</sub>	83.0	109.5	26.5
T <sub>5</sub>	81.5	110.9	29.4
		M 114.3	
D <sub>1</sub>	92.1	123.6	31.5
D <sub>2</sub>	89.2	126.2	37.0
D <sub>3</sub>	86.0	132.9	46.9
D <sub>4</sub>	82.8	120.1	37.4
D <sub>5</sub>	94.7	122.7	28.0
		M 125.1	
C <sub>1</sub>	87.4	111.8	24.4
C <sub>2</sub>	93.1	117.5	24.4
C <sub>3</sub>	91.0	118.1	27.1
C <sub>4</sub>	80.8	105.3	24.5
		M 113.2	

T…体操競技 D…ダンス C…対照群

上で運動を行ってもらった。記録するためのカメラはマット上の直線の中央から直角方向に20 m 離して設置した。そのときのレンズの高さは、1 m であった。記録映像がフィルムの枠内でできるだけ拡大させるためにズームレンズを用いている。この理由はできるだけ拡大された映像からの測定誤差を小さくすることと、レンズの球面収差を含めての装置からもたらされる誤差を少なくするという意図からである。撮影時のカメラ開角度は160度である。このとき、数個の1000 W スポットライトによって照度を高くしてある。記録したときのフィルム速度は100 FPS であった。

記録されたフィルム映像からの数量化のために被検者には解剖学的特徴を示す身体部位上にマークをつけた。その部位は頭頂点、耳珠点と眼窩点を結んだ頭周囲、髪際点、顎点、胸骨中点、肩峰点、橈骨点、茎突点、指先点、腸稜点、大転子点、脛骨点、果点、踵点、足先点であった。これら測定点で左右のあるものは両方を選択した。また、運動中に測定点が見えなくなることを想定して、各身体部位のそれぞれの水準の周囲に細長いテープを貼付した。

この実験で協力してくれた被検者は本学女子学生14名であり、その内訳は競技歴の優れた体操競技選手5

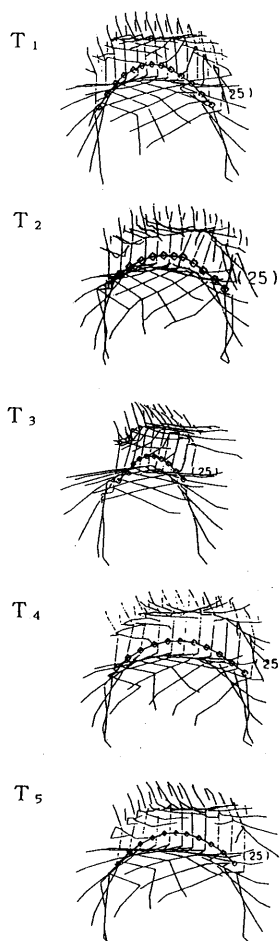


図 1-a 体操競技選手のスティックピクチャー

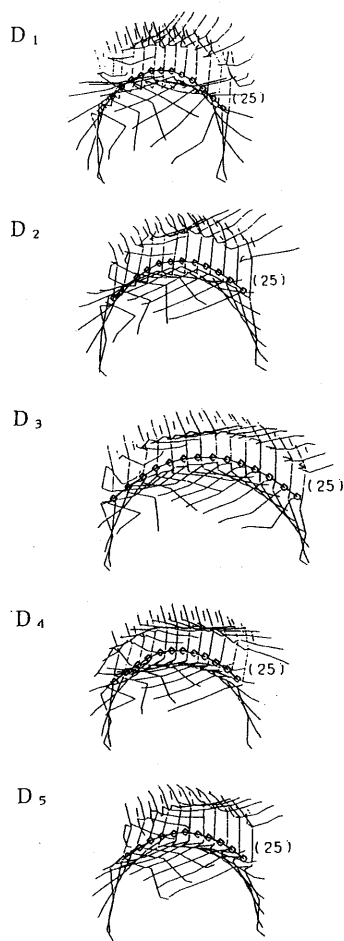


図 1-b ダンス部員のスティックピクチャー

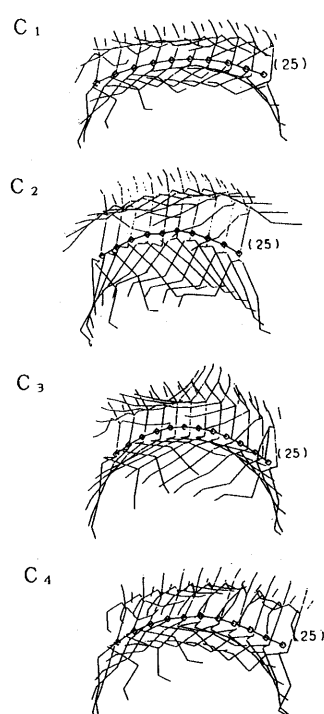


図 1-c 対照群のスティックピクチャー

名、ダンス部員 5 名、それに対照群として体操競技・ダンス歴のない 4 名であった。各被験者の競技年数と主な競技歴、それに年齢、身長、体重を表 1 に掲げた。

記録されたフィルムは film digitizer (NAC-motion analyzer, SPORTIAS 200 型) により映像解析を行い、その数値はフロッピーディスクに記憶・貯蔵した。さらに、本研究の目的に沿って採集した数量は解剖学的モデルから直線連鎖系モデル(線画)に変換した。これをもとに各身体部位の角度変化を水平面に対して求めた。角度変化を測定した部位は顔の顔面、体幹、それに、踏み切り脚(踏み切った後、背面側に振り上げる脚 kick leg)と振り上げ脚(前方へ振り上げる脚 lead leg)それぞれの大腿部、下腿部、足部の水平面に対する角度であった。また、各身体部位の部分重量比に基づく全身重心の決

定はこの digitizer に包含されているプログラム(三浦ら; 1974)によって行った。

全身体重心の高さの移動を被検者間で比較するために各被検者ごとの身長と垂直方向の重心の移動距離の比を求めた。一方、それぞれの被検者が行った動作時間が異なったため一定動作の所要時間を 100 として修正し、比較することにした。

### III. 結 果

これまで述べた方法により以下の結果を抽出した。

#### 1. 線画

運動の記録は 16 mm フィルムを 100 fps のスピードでとらえた。そこで、映像の処理にあたっては踏み切り脚が離地した瞬間から振り出し脚が接地した瞬間までを

基準として5コマごとの線画を時間の経過に従って重ね書きしていった。また、それぞれの線画で示された姿勢における全身の重心もそれぞれの姿勢に重ねて記録した。そのようにしてまとめて描いた各個人の線画が図

1に示してある。図1のaは体操競技選手、bはダンス部員、そして、cは対照群（体操競技・ダンス歴のない人たち）の結果である。aとb群では、経験年数の長い人たちの順から並べてある。

## 2. 各部位の傾斜の経時的変化

図2には体幹および顔面に現われる傾斜角を示している。図中のT1とは体操競技選手の被検者番号1の人、D3はダンス部員の被検者番号3の人、そしてC1は対照群の1番目の被検者であるという意味である。また、これらの個人は、それぞれの群で平均値なカーブを示した人たちを選択した。

測定した角度は顔面の仰角を、また、体幹では前倒角をみた。したがって水平面に対して直角であれば90度だが、体幹部はそれより小さな値となり、顔面ではそれより大きな値となっている。

そこで、各群の代表例を比較すると、T1とD3の体幹の曲線がかなり類似していることがわかる。そして、それらが示す角度が中央部分で90度に近づき、踏み切り時と着地時にやや数値が低下する傾向がみられる。体幹部がやや振動したといえる。一方、C1は独自の曲線を示し、それらが示す数値が小さい。このことは体幹の傾斜が他の2群よりも傾き角が大きかったといえる。

顔面の仰角は垂直姿勢よりも20度～40度仰角した状態から跳び出し、対照群、ダンス、体操競技の代表被検者の順になった。ところが、体操競技選手とダンス部員のそれぞれが示す曲線の傾向は時間の経過に伴って相反する状態を示している。すなわち、ダンス部員は、より仰角を増している。ところが体操競技選手では垂直状態を維持しようとしている。対照群の人たちにおいては

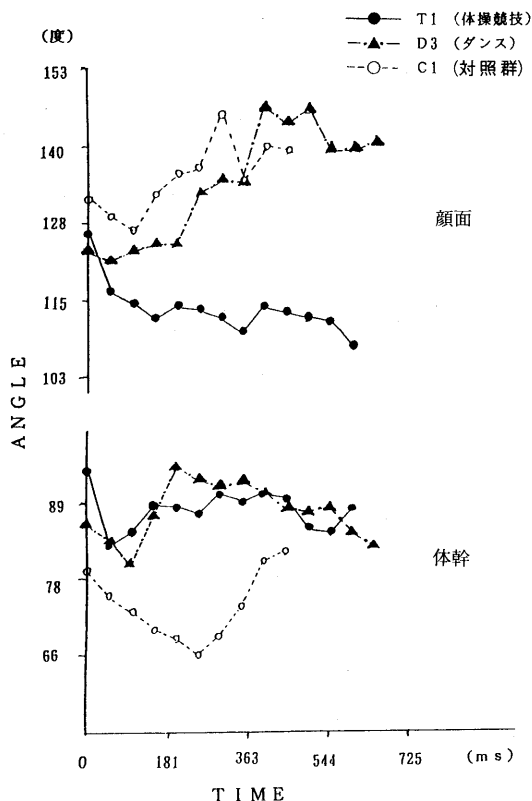


図2 体幹・顔面の傾斜の経時的変化

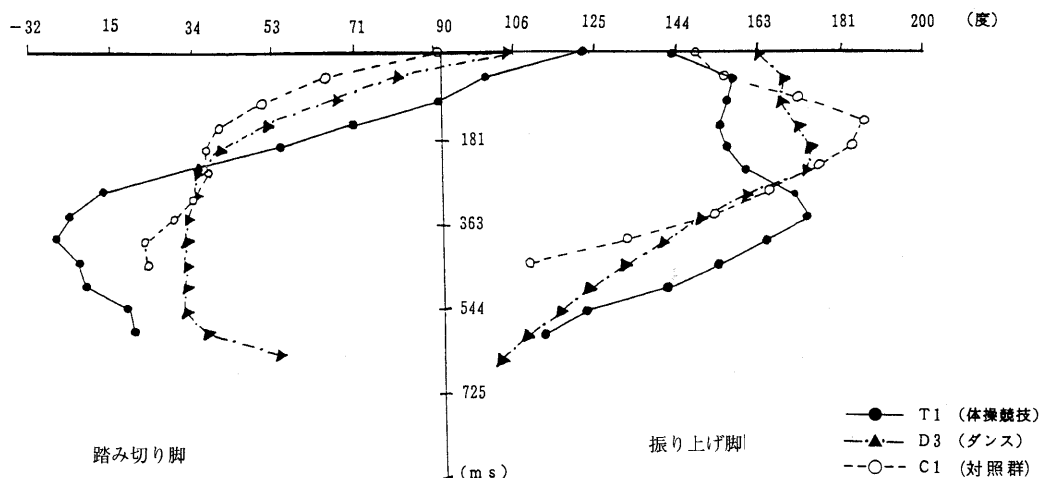


図3 大腿部の傾斜の経時的変化

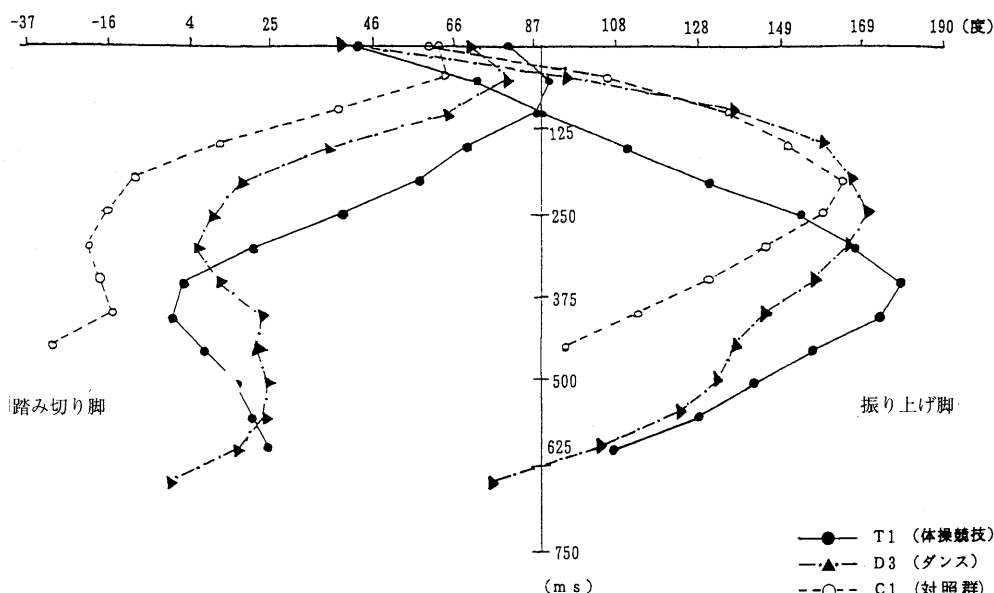


図4 下腿部の傾斜の経時的変化

ダンス部の人に近い。

前後方向に開脚したそれぞれの下肢の振り上げ角を比較する図を描いてみた。それが図3である。この図はそれぞれの側の大腿部の傾斜の経時的変化である。各群から選ばれた被検者は図2と同一人物である。縦軸には時間を、右側には前方への振り上げ脚側、左側には踏み切り後の背面方向への振り上げ脚側の角度変化を示した。

左右へ大きく曲線が離れていくという意味は、共に振り上げられた大腿部が水平線に近づいたことをあらわしている。そこで、それぞれの群の代表的被検者たちの結果が示す特徴を比較してみると、右側の前方への振り上げ角では対照群のC1がいちばん水平線に近い。しかし、体操競技のT1もダンスのD3も水平線への近づき方はやや小さいが、その一定の角度を維持していることがわかる。一方、背面への振り上げ角度の変化を示す左側の曲線では水平線にT1がもっとも近くまで振り上げ、D3は前に振り上げた脚の状態と同じように水平線に近い角度で、その角度を維持している。この維持時間は前側の脚よりもやや長い。一方、C1ではD3よりもやや大きく振り上がるのだが前脚と同じように相動的曲線を示している。

図4にはこのジャンプの中の両下腿が水平線に対する角度の経時の変化を示した。右側前方への振り上げ脚は脛骨と地面の角度、すなわち、脚よりも膝部が前方にあるときの角度から、90度すなわち地面に垂直になり、

さらにそれを越えて前方へ振り出された水平面に近づく。C1は50度を越えた位置から、また、T1とD3はおよそ30度あたりから振り出し運動が開始している。

そして、より水平位に近づくのはT1、D3、そしてC1となり、最大値があらわれる時間はD3とC1は殆んど近似するのだが、D3がゆっくりとこの角度を戻してくるにもかかわらず、C1の回復は急である。ところがT1においては振り上げとその回復の時間がほとんど近似してくる。図中のプロットからみて、等角速度運動をしていることがわかる。

さらに、C1は、踏み切り脚の背面に振り上げた脚が、ほぼ垂直の位置から振り上げ運動を開始し、膝と踵部が水平になるところを越えて踵部は上にあがっていく。膝関節が屈曲されたといえる。ところが、T1とD3ではほぼ水平位で角変化はとどまるのである。これを大腿部の関係でみるとT1は大腿部も水平位近くにあることから膝関節は伸展していることになる。また、D3では大腿部の背面振り上げ角の最大が約30度であったので、やや膝関節が屈曲していることになる。

図5には両脚の足部が水平面に対しての角度変化を経時的に示した。右側には、前方への振り上げ脚の足部の傾斜を示している。縦軸の角度が90度は床面に対して垂直であることを示し、180度が水平面を示すことになる。そこでC1の曲線を見ると基準位置のとき、既に90度を越えているので、足部は爪先が振り上げ方向に

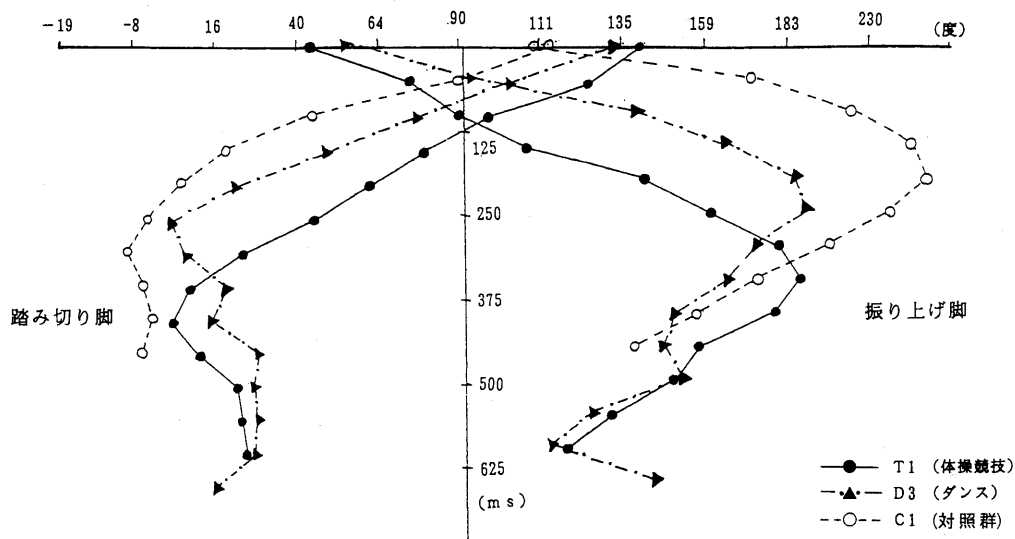


図5 足部の傾斜の経時的変化

表2 跳躍所要時間・最大角出現時間と角度

	前方振り上げ脚		背面振り上げ脚 (踏切り脚)		跳躍所要時間 (ms)
	最大角出現時間	水平位までの不足角	最大角出現時間	水平位までの不足角	
T <sub>1</sub>	3 6 2	6	3 6 2	4	6 2 1
T <sub>2</sub>	2 5 9	7	3 1 1	7	5 7 0
T <sub>3</sub>	1 5 5	7	2 5 9	7	4 6 6
T <sub>4</sub>	2 0 7	3	2 5 9 (→466)	1 0	5 1 8
T <sub>5</sub>	2 0 7	6	2 5 9	- 2	5 1 8
M	2 3 8		2 9 0		5 3 9
D <sub>1</sub>	3 1 1	1 1	3 1 1	1 1	6 2 1
D <sub>2</sub>	1 5 5	4	2 5 9 (→270)	1 7	5 7 0
D <sub>3</sub>	2 0 7	6	2 5 7 (→270)	3 3	6 7 3
D <sub>4</sub>	2 5 9	- 6	3 1 1	1 2	5 7 0
D <sub>5</sub>	2 0 7	6	4 1 4	2 1	5 1 8
M	2 2 9		3 1 1		5 9 0
C <sub>1</sub>	1 5 5	- 6	4 1 4	2 0	4 6 6
C <sub>2</sub>	2 0 7	4 3	2 0 7	5 0	4 6 6
C <sub>3</sub>	1 5 5	3	2 5 9	2 7	5 7 0
C <sub>4</sub>	1 5 5	9	3 6 2	3 3	5 1 8
M	1 6 8		3 1 1		5 0 5

T…体操競技 D…ダンス C…対照群

先行していることになる。

これに比較して、T1とD3ではおよそ45度あたりから振り出し、運動が始まっている。爪先が遅れ踵部が前方に位置していることになる。そして床面に垂直になり、さらに前方へ振り上げられて水平位の180度に近づく。これは爪先が伸ばされて、足底屈を起していること

が知れる。

一方、背面への振り上げ脚の足部は約130度あたりから開始する。これは踏み切り時に爪先立ちし、それも踵部が爪先よりも前方にあることになる。床面と作る角度は前側の角度でいうと約50度ということになる。そこから、後方に蹴り上げられるので垂直位の90度を越え、

表3 重心最高時の開脚角度

	重心最高点の出現時間	振上げ脚角度※	踏み切り脚角度※	開脚角度
T <sub>1</sub>	3 6 2	6	7	1 6 7
T <sub>2</sub>	2 5 9	7	1 6	1 5 7
T <sub>3</sub>	2 0 7	8	1 4	1 5 8
T <sub>4</sub>	2 0 7	3	1 7	1 6 0
T <sub>5</sub>	2 5 9	7	- 2	1 7 5
M	2 5 9			1 6 3. 4
D <sub>1</sub>	3 1 1	1 1	1 1	1 5 8
D <sub>2</sub>	3 1 1	4 2	2 3	1 1 5
D <sub>3</sub>	3 1 1	2 0	3 6	1 2 4
D <sub>4</sub>	3 1 1	0	1 2	1 6 8
D <sub>5</sub>	3 1 1	1 3	2 2	1 4 5
M	3 1 1			1 4 2. 0
C <sub>1</sub>	2 5 9	4	3 6	1 4 0
C <sub>2</sub>	3 1 1	5 1	5 2	7 7
C <sub>3</sub>	3 1 1	1 3	2 7	1 4 0
C <sub>4</sub>	3 1 1	1 7	4 6	1 1 7
M	2 9 8			1 1 8. 5

(※ 水平面に至らない角度)

T…体操競技 D…ダンス C…対照群

さらに爪先は後方へ振り上げられ、足と床面との作る角度が約 20 度近くになるということになる。

群の代表被検者間の差異をみると C1 が一番脚が上がったように見えるが、先にも述べたように、これは膝関節が屈曲したための結果であると思われる。T1 と D3 では、ほぼ角度の変化分は同等と思われるが T1 の最大値の出現時間がやや遅い。しかし、これらの角度をある時間維持しているが、その時間は D3 の方が長い。

## 1. ジャンプによる重心移動と開脚度

### a. 垂直方向の重心移動

重心の高さを床面から「踏み切り時」、および「最高到達時」についてまとめた。それが表 1 である。踏み切り脚の離地瞬間の重心高は跳び出す方向が任意であったことと、各人の身長の影響もあって直接的には比較できない。したがってその結果としての最高点についても比較しにくい。しかし跳躍高としての T 群と D 群の群内比較をすると経験年数の多い人たちが高い数値を示した。

### b. 跳躍の所要時間

この実験の試行に用いられた跳躍運動で、踏み切り脚の離地の瞬間から前方への振り出し脚の着地の瞬間までの所要時間を測定した。その結果が表 2 に示されている。体操競技 T 群では平均 539 ミリ秒、ダンス D 群では 590 ミリ秒、対照 C 群では 505 ミリ秒であった。

### c. 前後振り上げ角の最大値とその出現時間

各被検者について前方と背面に振り上げられた脚のそれぞれがもたらした角度の最高値を測定した。さらに、それら最高値が現れるまでの所要時間を測った。これらの結果が表 2 にまとめられている。前後それぞれの方向へ振り上げられた角度は水平位に対して表されてある。水平位までに至らない角度をプラスとし、マイナスは水平位を越えたことを意味している。

前方振り上げおよび背面振り上げの角度は個人差が大きく、また経験年数との間にも関係はみられない。ところで、最大角の出現するまでの時間をみると、T 群の平均値が 238 ミリ秒、D 群が 229 ミリ秒、C 群は 168 ミリ秒を示した。また、背面振り上げでは、T 群は 290 ミリ秒、D 群が 311 ミリ秒、C 群が 311 ミリ秒となった。いずれの群でも背面振り上げ脚の最大値は遅れて現われている。その遅れの時間は T 群が 122 ミリ秒、D 群は 82 ミリ秒となり C 群での差は 143 ミリ秒であり、前方振り上げに要した時間 168 ミリ秒と比較すると興味がある。

### d. 重心最高点までの所要時間と前後振り上げ角

重心が最高点になるまでの所要時間と重心が最高点に達したときの前後脚それぞれの開脚度をまとめてみた。それが表 3 である。重心が最高点に到達するまでの時間は T 群が平均で 259 ミリ秒、D 群が 311 ミリ秒、C 群

表4 被検者データ

	年齢	身長	体重	経年数	競技歴等
体操競技					
T <sub>1</sub>	20	154.2	49.5	17	国際 オリンピック1回 世界選手権2回 国内 全日本選手権2回優勝
T <sub>2</sub>	19	157.0	51.0	10	国際 パンパシフィック大会1回 国内 インターハイ・全日本選手権大会3回
T <sub>3</sub>	20	147.2	43.7	13	国際 パンパシフィック ワールドスターズ 各1回 国内 インカレ・全日本選手権大会各2回
T <sub>4</sub>	19	149.0	43.0	10	国際 ユニバーシャード1回 国内 インターハイ・国体 各2回
T <sub>5</sub>	22	148.0	43.5	12	国際 国内 インカレ4回 全日本選手権大会1回
ダンス					
D <sub>1</sub>	22	160.0	53.0	15	クラシックバレエ・創作ダンス
D <sub>2</sub>	22	159.0	55.0	10	クラシックバレエ・創作ダンス
D <sub>3</sub>	22	164.0	55.0	9	創作ダンス・モダンダンス
D <sub>4</sub>	21	160.0	53.0	7	創作ダンス
D <sub>5</sub>	21	169.0	59.0	3	創作ダンス
対照群					
C <sub>1</sub>	18	158.8	52.0		特技 陸上中距離…保育科
C <sub>2</sub>	19	169.7	63.0		特技 バレーボール…保育科
C <sub>3</sub>	18	159.0	47.0		特技 陸上・ライフセービング…体育科
C <sub>4</sub>	18	151.0	60.0		特技 ソフトボール・軟式野球…体育科

が298ミリ秒となった。

これらの所要時間を全跳躍所要時間との比較でみると、T群は40%、D群は53%、C群は59%となった。また、この時点での開脚度をみてみるとT群では163.4度、D群は142.0度、C群は118.5度であった。

#### IV. 論 議

筆者たちは、身体運動の基本としての跳躍運動に焦点を当て、その分析に興味を持った。体操競技においても、ダンス運動においても、律動運動であるとともに運動空間を拡大する跳躍運動は時間のディメンジョンを加えると4次元の世界だといえる。だから、空中の移動中にバランスをくずすことなく、二つの上肢と二つの下肢の運動表現の多様性ができると考えている。

空中にいる時間を長くすればするほど、その間の身体演技が多様にかえられるので、滞空時間を長くするための身体の内部から発揮する脚パワーの強化は不可欠なことである。しかしながら、本研究で手掛けたことは跳躍

中に下肢の運動を大きく行うことのみにしぼり、上肢はそのバランス運動を保つために特に注文はつけていない。だが、顔面の位置どりと、体幹の前後傾斜には注目をした。

顔面の傾斜の維持的变化を示す図2の結果は、ダンス部の被検者と対照群には跳躍中に仰角が増す傾向にあった。一方、体操競技選手ではむしろ垂直姿勢を維持する傾向にあった。これは踏み切り脚の後方へのキック力が上体を前傾させようとする力になるので、この勢いを消すために前方への脚の振り上げがまず早期に始まることを示した。したがって、背面側の振り上げはその後に現われなければならない。

大腿部・下腿部・足部の相対的位置関係は訓練した人たちは伸展状態を維持することを指導された結果として、本実験で認められたことは妥当なものといえるだろう。

この実験結果から得られた注目点は全身の重心が最高点を示す時点では、前方への振り上げ角の値はその直



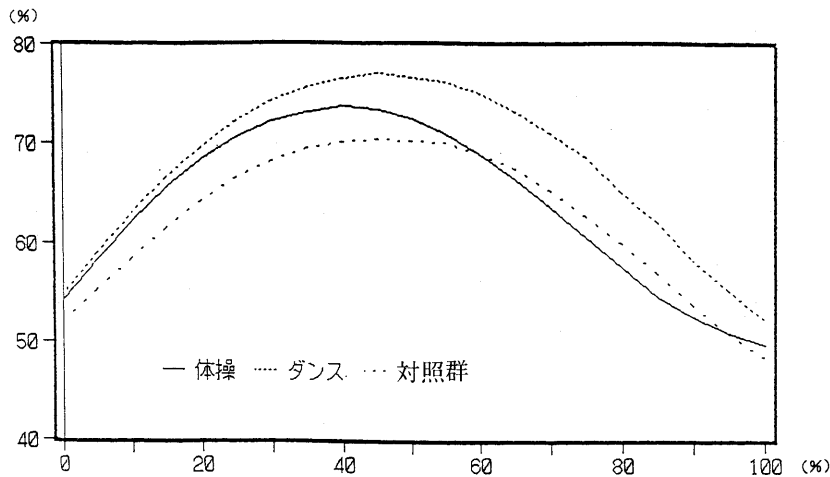


図6 重心の垂直方向への移動距離と経過時間

前に現れ、背面への振り上げ角の最大値はその後半に現れてくることがわかったことであろう。図6には各群ごとに重心の垂直方向の移動距離を身長に対する%として表し、また、横軸には跳躍時間が各自まちまちであったので、各人の跳躍時間を100%として、それに対する時間の割合に合わせて重心高の比較をプロットしてみた。

誤解して欲しくないことは、横軸が距離であれば、重心の移動軌跡は放物線を示すのだが、この図では時間となっていることである。したがって、ダンス部員と対照群の曲線はかなり放物線に近いものとなっている。これはほぼ距離と時間が比例関係になったときにみられることになる。しかし、体操競技選手では重心の最高点からの時間が長くあるということである。このことは、姿勢に変わることなく、さらに両脚開脚の時間を後半に延ばせた結果とみることができよう。

以上のことから、競技種目を越えたとはいってもかなり近似する種目を潜在的に選んだのだがその中にも、いくつかの相違点が見いだされた。それは以下のものである。

1. 顔面の仰角は各群で差が現われた。
2. 体幹の傾斜は体操競技・ダンス群については近似していた。
3. 体操競技・ダンス群の下肢関節は対照群に比較してより伸展していた。
4. 脚前後の振り上げには時間差があった。

5. 重心の経時変化はダンスと対照群は対称的であった。しかし体操競技群のみに後半に延長がみられた。

本研究の一部は平成4年度の本学学内奨励研究費でまかなわれた。記して、感謝の意をとどめたい。

## 文 献

- 1) Tricker: “運動の科学” pp. 90-92, 1917.
- 2) 小早川ゆり, 小林淳子: ダンスの基本運動の分析—跳躍運動について—。日本バイオメカニクス学会第11回大会論集, 動きとスポーツの科学, pp. 336-339, 1992.
- 3) 内田博子, 小林淳子, 三宅 香: ダンス運動: 前後開脚ジャンプの運動学的分析—運動と感覚の交点を求めて—。日本体育学会第43回大会号(B) p. 771. 1992.
- 4) 三宅 香, 坂佳代子, 内田博子: ダンス運動中の体幹部の運動—熟練者と未熟練者との比較—。日本バイオメカニクス学会第11回大会論集, 動きとスポーツの科学, pp. 340-344. 1992.
- 5) (財)日本体操協会研究部: 女子体操選手の動的バランス—平均台の前後開脚とび—。研究部報, 59号, pp. 22-28, 1987.
- 6) (財)日本体操協会: 採点規則—女子体操 1993年版, 1993.
- 7) 小川原春恵, 田川典子: ダンス運動の分析—そのII. 脚の前後振動運動—科学研究報告書, No. II. 競技種目別競技力向上に関する研究. No. 20, 体操藤村学園東京女子体育大学第14号, pp. 107-129, 1979.